

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-148810

(43)Date of publication of application : 06.06.1997

(51)Int. Cl. H01P 7/10  
H01P 1/20  
H01P 1/208

(21)Application number : 07-301234

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 20.11.1995

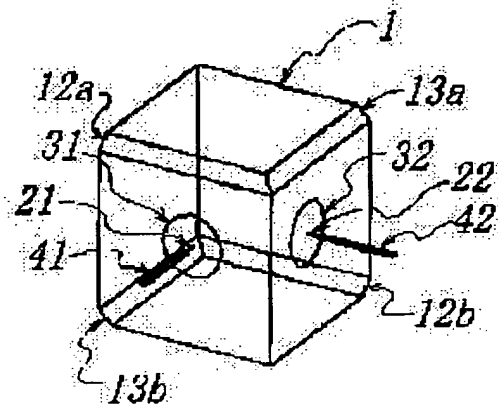
(72)Inventor : ISHITOBI TOKUMASA

## (54) BAND PASS FILTER DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily manufacture a single mechanical structure although it has  $\geq 2$  resonance modes by coupling a 1st resonance mode connected to an external circuit and a 3rd resonance mode which is connected to the external circuit with a 2nd resonance mode which is not connected to the external circuit.

**SOLUTION:** The sectional shape of the resonance structure body 1 cut with planes parallel to the electric field vectors of the 1st resonance mode and 2nd resonance mode is made not square and, for example, some corners are chamfered 12a and 12b to couple the 1st resonance mode and 2nd resonance mode with each other. Similarly, the sectional shape of the resonance structure 1 cut with planes parallel to the electric field vectors of the 2nd resonance mode and 3rd resonance mode is made not square and, for example, some corners are chamfered 13a and 13b to couple the 2nd resonance mode and 3rd resonance mode with each other. Then the 1st resonance mode and 3rd resonance mode are not practically coupled with each other.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In resonance \*\*\*\*\* which has three TE resonance modes which produce the electric field of the orientation perpendicular to the metal wall which is a cubical cavity substantially, which is constructed three, and which counters surrounded by the conductor in the periphery The first resonance mode and third resonance mode which were equipped with an outer-join means to combine each and the external circuit of at least two resonance modes among three TE resonance modes of the aforementioned resonance \*\*\*\*\* , and were equipped with the aforementioned outer-join means are in a non-integrated state practically mutually. A joint means to combine the second resonance mode which is not connected with the first resonance mode connected with the external circuit, and an external circuit, Band pass filter equipment characterized by having a joint means to combine the second resonance mode which is not connected with the third resonance mode connected with the external circuit, and an external circuit.

[Claim 2] In resonance \*\*\*\*\* which has three TE resonance modes which produce the electric field of the orientation perpendicular to the metal wall which is cubical space substantially, which is constructed three, and which counters where the interior was filled with the dielectric and surrounded by the conductor in the periphery The first resonance mode and third resonance mode which were equipped with an outer-join means to combine each and the external circuit of at least two resonance modes among three TE resonance modes of the aforementioned resonance \*\*\*\*\* , and were equipped with the aforementioned outer-join means are in a non-integrated state practically mutually. A joint means to combine the second resonance mode which is not connected with the first resonance mode connected with the external circuit, and an external circuit, Band pass filter equipment characterized by having a joint means to combine the second resonance mode which is not connected with the third resonance mode connected with the external circuit, and an external circuit.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the band pass filter equipment which needs two or more resonance circuits especially about a RF electrical circuit.

[0002]

[Description of the Prior Art] The design method of the conventional resonance \*\*\*\*\* used as the background of this invention is established for many years, for example, the relation between the resonance mode and a dimension and the joint means with an external circuit are explained to Chapter 5.11 of Microwave Filters, Impedance-Matching Networks, and and Coupling Structures (1964 publication). However, in such resonance \*\*\*\*\*, it was a usual state to combine with the resonance mode and external circuit where a frequency is the lowest among the existing resonance modes, and to use.

[0003] On the other hand, in almost all the RFs electrical circuit, since two or more resonators with which the same frequency became independent were needed, two or more resonance \*\*\*\*\*s had to be used, and large-sized-izing of the whole equipment and cost quantity were caused. Since especially band pass filter equipment carries out cascade connection of the resonator of the same frequency, and is constituted and a resonator's own loss determines the property of a band pass filter, this problem is remarkable. then, a machine -- if the thing for which the resonance energy of two or more resonance modes which single resonance \*\*\*\*\* has structurally is independently connected with an external circuit, respectively, or each resonance mode can be combined pertinently, a miniaturization of an equipment capacity can be realized by the same performance, and highly efficient-ization can be realized to the same capacity

[0004] Invention which constitutes a band pass filter from JP,49-131357,A as conventional technique which solves this technical problem using a means to combine two resonance modes which exist in the resonator of square strip structure in general, and which intersect perpendicularly mutually, and them is proposed. However, in the case of the \*\* strips resonator, it did not pass to carry out the deployment of the two resonance modes which intersect perpendicularly since it is essentially 2-dimensional structure, but when three or more resonators were needed like band pass filter equipment, two or more resonators which became independent on the machine structure target needed to be combined. Moreover, although the band pass filter of strip structure was suitable for really manufacturing superficially with a satellite circuit, it had to give the shielding case separately for considering as a band pass filter simple substance.

[0005] Three dielectric rods which intersect perpendicularly mutually all over the space shielded by JP,5-67905,A as another conventional technique are arranged, and invention using three TM resonance modes which exist there and which intersect perpendicularly mutually is proposed. In this case, although the technical problem that only two resonance modes which were limits of the aforementioned conventional technique can be used is solved, the new technical problem that the manufacture technique becomes complicated compared with the aforementioned conventional technique produces the structure of arranging a dielectric rod to the shielded space.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It aims at offering the shielded band pass filter using the resonator which can be manufactured easily, having two or more resonance modes with single machine structure by this invention in view of the above-mentioned conventional technique.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The band pass filter equipment according to claim 1 concerning this invention In resonance \*\*\*\*\* which has three TE resonance modes which produce the electric field of the orientation perpendicular to the metal wall which is a cubical cavity substantially, which is constructed three, and which counters surrounded by the conductor in the periphery The first resonance mode and third resonance mode which were equipped with an outer-join means to combine each and the external circuit of at least two resonance modes among three TE resonance modes of the aforementioned resonance \*\*\*\*\* , and were equipped with the aforementioned outer-join means are in a non-integrated state practically mutually. It is characterized by having a joint means to combine the second resonance mode which is not connected with the first resonance mode connected with the external circuit, and an external circuit, and a joint means to combine the second resonance mode which is not connected with the third resonance mode connected with the external circuit, and an external circuit.

[0008] The band pass filter equipment according to claim 2 concerning this invention In resonance \*\*\*\*\* which has three TE resonance modes which produce the electric field of the orientation perpendicular to the metal wall which is cubical

space substantially, which is constructed three, and which counters where the interior was filled with the dielectric and surrounded by the conductor in the periphery. The first resonance mode and third resonance mode which were equipped with an outer-join means to combine each and the external circuit of at least two resonance modes among three TE resonance modes of the aforementioned resonance \*\*\*\*\*, and were equipped with the aforementioned outer-join means are in a non-integrated state practically mutually. It is characterized by having a joint means to combine the second resonance mode which is not connected with the first resonance mode connected with the external circuit, and an external circuit, and a joint means to combine the second resonance mode which is not connected with the third resonance mode connected with the external circuit, and an external circuit.

[0009] (Operation) Band pass filter equipment the claim 1 constituted as mentioned above and given in two. An external circuit and the first resonance mode first by the first outer-join means. It is combined, the second resonance mode which next is not connected with the first resonance mode and an external circuit is combined, and the second aforementioned resonance mode is further combined with the third resonance mode. The third resonance mode by the second outer-join means. Since it is combined with the external circuit, the operation as three step band pass filter equipment which connected three resonators in concatenation as a result is carried out. And since it is the structure which was surrounded by the machine structure target by the conductor in the periphery and which was substantially filled with the cubical cavity or the dielectric, and was surrounded by the conductor in the periphery, it can manufacture easily by carrying out metallizing of the metal to the front face of the box of a mere metal, or the dielectric of a cube configuration in the manufacture.

[0010]

[Embodiments of the Invention]

"The example of three step band pass filter equipment"

Resonator>> view 4 of <<single structure is drawing showing the structure of one example of the three step band pass filter of this invention. Although this VCF acts as three step band pass filter equipment with three resonators, it consists of the single resonator structure like illustration. The resonator structure chooses arbitrarily as a machine structure target the structure which was surrounded by the conductor in the periphery and which was substantially filled with the cubical cavity or the dielectric, and was surrounded by the conductor in the periphery if needed.

[0011] Joint means>> view 1 between <<resonance modes, the drawing 2, and the drawing 3 are showing three resonance-mode styles which may exist in this single resonator structure, respectively. If three sides are actually the completely same lengths of this resonator structure and it lies at right angles, these three resonance modes can degenerate and cannot exist. However, two or more resonance modes in establishing a joint means between resonance modes to explain below can obtain the operation combined substantially.

[0012] <Joint means of first resonance-mode and second resonance mode> [common-mode] view 5 shows a mode style when the first resonance mode and second resonance mode are in phase, when a joint means to make the first resonance mode shown in drawing 1 and the second resonance mode shown in drawing 2 combine mutually is established. Drawing 6 shows the mode of the electric field vector in the cross section of the resonator structure cut with the flat surface parallel to an electric field vector at this time. The cross section of the resonator structure has given \*\*\*\*\* to the square angle.

[Antiphase mode] view 7 shows a mode style when an antiphase [ the first resonance mode and second resonance mode ], when a joint means to make the first resonance mode shown in drawing 1 and the second resonance mode shown in drawing 2 combine mutually is established. Drawing 8 shows the mode of the electric field vector in the cross section of the resonator structure cut with the flat surface parallel to an electric field vector at this time. The cross section of the resonator structure has given \*\*\*\*\* to the square angle.

As shown in [coupling-coefficient] view 6 and the drawing 8, since \*\*\*\*\* is given to the resonator structure, the path length of an electric field vector differs in a common mode and the antiphase mode. Therefore, the resonance frequency differs in a common mode and the antiphase mode. When resonance frequency [ in even and the antiphase mode for the resonance frequency in a common mode ] is set to fodd, coupling-coefficient K of two resonance modes is expressed with the following formula.  

$$K = 2|f_{odd} - f_{even}| / (f_{odd} + f_{even})$$
 -- in this way, the first resonance mode and second resonance mode are combined by coupling-coefficient K

[0013] The second resonance mode which shows the cross-section configuration of the resonance structure cut with the flat surface parallel to each electric field vector of the first resonance mode shown in <the joint means between resonance modes>, thus the drawing 1 and the second resonance mode shown in drawing 2 in the first resonance mode shown in drawing 1 by beveling on a part of square etc. and the drawing 2 instead of a square can be combined. Although not illustrated, the third resonance mode which shows the cross-section configuration of the resonance structure cut with the flat surface parallel to each electric field vector of the second resonance mode similarly shown in drawing 2 and the third resonance mode shown in drawing 3 in the second resonance mode shown in drawing 2 by beveling on a part of square etc. and the drawing 3 instead of a square can be combined. The first resonance mode and third resonance mode are mutually made to a non-integrated state practically by making into a square the cross-section configuration of the resonance structure cut with the flat surface still parallel to the electric field vector in the third mode, and the electric field vector in the first mode. In the example shown in drawing 4, since the joint means is not established between the first resonance mode and the third resonance mode, establishing the joint means between the first resonance mode and the second resonance mode, and establishing the joint means between the second resonance mode and the third resonance mode, three resonance modes will have combined with concatenation. Of course, the joint means between resonance modes may take the various technique of mentioning later not only in the technique of beveling on the square of this

example, and may combine different technique.

[0014] <<outer-join means>>

Electric <outer-join means> view 9 is illustrating an example of an electric joint means among outer-join meanses to connect the first aforementioned resonance mode and an external circuit. The central conductor of TEM track is inserted from the center of a wall surface perpendicular to the electric field vector of the first resonance mode shown in drawing 1, and the circular electrode plate is formed. Since the main electric field vector which goes to a resonance \*\*\*\*\* wall surface from this electrode plate is perpendicular to the electric field vector of the second resonance mode, and the electric field vector of the third resonance mode, it is not combined with the second resonance mode and third resonance mode. However, since the main electric field vector which goes to a resonance \*\*\*\*\* wall surface from this electrode plate is parallel to the electric field vector of the first resonance mode, the first resonance mode makes the operation which joins together and combines the first resonance mode with an external circuit electrically.

[0015] With the structure of one example of the three step band pass filter equipment of this invention shown in <outer-join means> view 4, an outer-join means to combine the first resonance mode and external circuit electrically, and an outer-join means to combine the third joint mode and external circuit electrically similarly are established. A magnetic outer-join means to mention later as an outer-join means of course may be taken, and technique different in the first resonance mode and third joint mode may be combined.

[0016] <<equal circuit>> view 11 shows the concentrated-constant equal circuit of one example of the three step band pass filter of this invention shown in drawing 4. In this example, the combination between resonance modes is equivalent to coupling coefficients  $K_{12}$ ,  $K_{23}$ , and  $K_{31}$ . Since a means to combine the first resonance mode and third resonance mode in the example is not established, it is  $K_{31} = 0$ . Moreover, the capacitor inserted among each third resonance circuit is equivalent to an electric external connection means an input/output terminal and for a start. Therefore, with the dimension of the amount of combination of a resonator and an external circuit, and resonance \*\*\*\*\*, if an outer-join means adjusts the amount of combination between resonators and the joint means between resonance modes adjusts center frequency proper, respectively, it will act as a three step band pass filter.

[0017] Example [ of <<property >> view 12 is the frequency characteristic of the three step band pass filter of this example. Moreover, drawing 13 shows the relation between \*\*\*\*\* dimension deltas of the joint means slack corner between resonance modes, the ratios  $\delta/S$  of side length  $S$  of the resonator structure, and the fractional band width of band pass filter equipment in this example.

[0018] "Example of magnetic outer-join means" view 10 is illustrating an example of a magnetic joint means among outer-join meanses to connect the first aforementioned resonance mode and an external circuit. The loop coil which extended the central conductor of TEM track is prepared in the center of a wall surface parallel to the electric field vector of the first resonance mode shown in drawing 1. Since the main magnetic field vector generated in resonance \*\*\*\*\* from this loop coil is perpendicular to the electric field vector of the second resonance mode, and the magnetic field vector of the third resonance mode, it is not combined with the second resonance mode and third resonance mode. However, since the main magnetic field vector generated in resonance \*\*\*\*\* from this loop coil is parallel to the magnetic field vector of the first resonance mode, the first resonance mode makes the operation which joins together and combines the first resonance mode with an external circuit magnetically.

[0019] The joint means between "example of another joint means between resonance modes" resonance modes can realize the cross-section configuration of the aforementioned resonance structure also by the technique of the following which is not a square.

It is the example which made the cross-section configuration containing the electric field vector of each resonance mode which the resonance structure tends to combine the parallelogram instead of a square,>>14, for example, drawing, made into <<parallelogram.

[0020] It is the example which made the cross-section configuration containing the electric field vector of each resonance mode which the resonance structure tends to combine the rectangle instead of a square,>>15, for example, drawing, made into <<rectangle.

[0021] << -- it is the example which prepared a heterogeneous medium, for example, the matter of a different dielectric constant, and the magnetic substance in a part of cross section containing the electric field vector of each resonance mode which the resonance structure tends to combine,>>16, for example, drawing, which embeds a heterogeneous fraction and which breaks a hole What is necessary is just to prepare the hole of a configuration which is only illustrated, when air is used especially as this medium.

[0022] In order to change it to the technique of giving \*\*\*\*\* to a part of angle in the aforementioned example, to prepare a projection, in order that the first resonance mode and second \*\*\*\*\* may be combined,>>17, for example, drawing, which breaks a hole in the conductor on the front face of <<, and to combine the second resonance mode and third resonance mode further, it is the example which changed to the technique of giving \*\*\*\*\* to a part of angle in the aforementioned example, and cut off a part of surface conductor.

[0023]

[Effect of the Invention] if according to [ so that clearly from the above example ] this invention the joint means between resonance modes is adjusted the amount of combination between resonators and center frequency is adjusted proper an outer-join means, respectively with the amount of combination of a resonator and an external circuit, and the dimension of a resonance mold

cavity -- a capacity equivalent to single resonance \*\*\*\*\* -- a manufacture -- an easy three step band pass filter can be offered

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-148810

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 P	7/10		H 0 1 P	7/10
	1/20			1/20
	1/208			1/208
				A
				A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-301234

(22) 出願日 平成7年(1995)11月20日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 石飛 徳昌

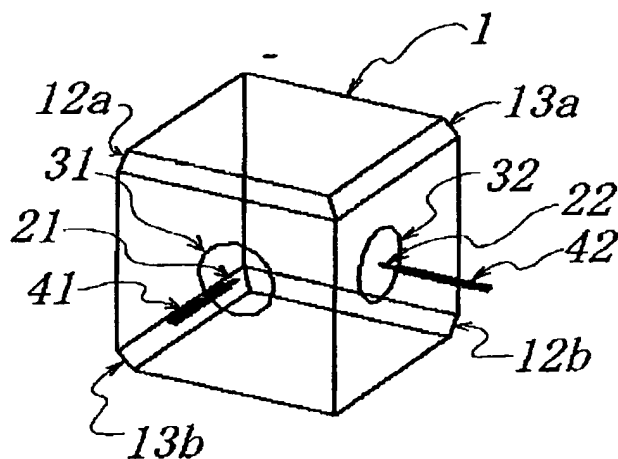
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内

(54) 【発明の名称】 バンドパスフィルタ装置

(57) 【要約】

【課題】 単一の機械構造で二つ以上の共振モードを持ちながら容易に製造できる共振器を用いたシールドされたバンドパスフィルタを提供することを目的とする。

【解決手段】 以上の様に構成された請求項1および2記載のバンドパスフィルタ装置は、先ず外部回路と第一の共振モードが第一の外部結合手段によって結合され、次に第一の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードが結合され、さらに前記第二の共振モードは第三の共振モードと結合され、第三の共振モードが第二の外部結合手段によって外部回路と結合されているので、結果的に三つの共振器を連続的に接続した3段バンドパスフィルタ装置としての作用をする。しかも機械構造的には周囲を導体で囲まれた実質的には立方体の空洞、若しくは誘電体で満たされ周囲を導体で囲まれた構造なので、その製造にあたっては単なる金属の箱もしくは立方体形状の誘電体の表面に金属をメタライズすることと容易に製造する事ができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 周囲を導体で囲まれた実質的には立方体の空洞の三組みの対向する金属壁に垂直な方向の電界を生ずる三つのTE共振モードを有する共振キャビティにおいて、前記共振キャビティの三つのTE共振モードのうち少なくとも二つの共振モードのそれぞれと外部回路とを結合する外部結合手段を備え、前記外部結合手段を備えた第一の共振モードと第三の共振モードは互いに実用上無結合状態にあり、外部回路と接続された第一の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードを結合する結合手段と、外部回路と接続された第三の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードを結合する結合手段とを備えたことを特徴とするバンドパスフィルタ装置。

【請求項2】 内部が誘電体で満たされ周囲を導体で囲まれた実質的には立方体の空洞の三組みの対向する金属壁に垂直な方向の電界を生ずる三つのTE共振モードを有する共振キャビティにおいて、前記共振キャビティの三つのTE共振モードのうち少なくとも二つの共振モードのそれぞれと外部回路とを結合する外部結合手段を備え、前記外部結合手段を備えた第一の共振モードと第三の共振モードは互いに実用上無結合状態にあり、外部回路と接続された第一の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードを結合する結合手段と、外部回路と接続された第三の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードを結合する結合手段とを備えたことを特徴とするバンドパスフィルタ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高周波電気回路に関し、特に複数の共振回路を必要とするバンドパスフィルタ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 この発明の背景となる従来の共振キャビティの設計法は古くから確立されており、例えばMicrowave Filters, Impedance-Matching Networks, and Coupling Structures (1964年出版)の5.11章にその共振モードと寸法の関係、外部回路との結合手段について説明されている。ところがこのような共振キャビティでは存在する共振モードのうち最も周波数の低い共振モードのみと外部回路と結合して利用するのが常であった。

【0003】 一方で、ほとんどの高周波電気回路では同一の周波数の独立した複数の共振器を必要とするので複数の共振キャビティを使用しなくてはならず、装置全体の大型化、コスト高を招いていた。特にバンドパスフィルタ装置は同一の周波数の共振器を縦続接続して構成され、かつ共振器自身の損失がバンドパスフィルタの特性を決定付けるのでこの問題は顕著である。そこで機械構造的に単一の共振キャビティが持つ複数の共振モードの共振エネルギーをそれぞれ単独に外部回路と接続す

2

る事、あるいは各々の共振モードを適切に結合させることができれば、同一性能で装置容積の小型化、若しくは同一容積で高性能化を実現できる。

【0004】 この課題を解決する従来技術として例えば特開昭49-131357では概ね正方形のストリップ構造の共振器に存在する互いに直交する二つの共振モードとそれらを結合する手段を用いてバンドパスフィルタを構成する発明が提案されている。しかし乍らストリップ共振器の場合は本質的に二次元構造なので直交する二つの共振モードを有効利用するにすぎず、バンドパスフィルタ装置の様に3個以上の共振器を必要とする場合は機械構造的に独立した複数の共振器を組み合わせる必要があった。またストリップ構造のバンドパスフィルタは周辺の回路と一体平面的に製造するには適しているが、バンドパスフィルタ単体とするには別途シールドケースを施さねばならなかった。

【0005】 別の従来技術として特開平5-67905ではシールドされた空間中に互いに直交する3本の誘電体棒を配置し、そこに存在する互いに直交する三つのTM共振モードを利用する発明が提案されている。この場合は前記の従来技術の制限であった二つの共振モードしか利用できないという課題は解決されているが、シールドされた空間に誘電体棒を配置するという構造は前記の従来技術に比べて製造方法が複雑になるという新たな課題が生じる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記の従来技術に鑑み本発明では単一の機械構造で二つ以上の共振モードを持ちながら容易に製造できる共振器を用いたシールドされたバンドパスフィルタを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る請求項1記載のバンドパスフィルタ装置は、周囲を導体で囲まれた実質的には立方体の空洞の三組みの対向する金属壁に垂直な方向の電界を生ずる三つのTE共振モードを有する共振キャビティにおいて、前記共振キャビティの三つのTE共振モードのうち少なくとも二つの共振モードのそれぞれと外部回路とを結合する外部結合手段を備え、前記外部結合手段を備えた第一の共振モードと第三の共振モードは互いに実用上無結合状態にあり、外部回路と接続された第一の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードを結合する結合手段と、外部回路と接続された第三の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードを結合する結合手段とを備えたことを特徴とする。

【0008】 本発明に係る請求項2記載のバンドパスフィルタ装置は、内部が誘電体で満たされ周囲を導体で囲まれた実質的には立方体の空洞の三組みの対向する金属壁に垂直な方向の電界を生ずる三つのTE共振モードを有する共振キャビティにおいて、前記共振キャビティ



の三つのTE共振モードのうち少なくとも二つの共振モードのそれぞれと外部回路とを結合する外部結合手段を備え、前記外部結合手段を備えた第一の共振モードと第三の共振モードは互いに実用上無結合状態にあり、外部回路と接続された第一の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードを結合する結合手段と、外部回路と接続された第三の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードを結合する結合手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】(作用)以上の様に構成された請求項1および2記載のバンドパスフィルタ装置は、先ず外部回路と第一の共振モードが第一の外部結合手段によって結合され、次に第一の共振モードと外部回路と接続されていない第二の共振モードが結合され、さらに前記第二の共振モードは第三の共振モードと結合され、第三の共振モードが第二の外部結合手段によって外部回路と結合されているので、結果的に三つの共振器を縦続的に接続した3段バンドパスフィルタ装置としての作用をする。しかも機械構造的には周囲を導体で囲まれた実質的には立方体の空洞、若しくは誘電体で満たされ周囲を導体で囲まれた構造なので、その製造にあたっては単なる金属の箱もしくは立方体形状の誘電体の表面に金属をメタライズすることで容易に製造する事ができる。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

##### 「3段バンドパスフィルタ装置の実施例」

《単一構造の共振器》図4は本発明の3段バンドパスフィルタの一実施例の構造を示す図である。このフィルタは3つの共振器を持つ3段バンドパスフィルタ装置として作用するが、図示の様に単一の共振器構造体からなっている。共振器構造体は、機械構造的に周囲を導体で囲まれた実質的には立方体の空洞、若しくは誘電体で満たされ周囲を導体で囲まれた構造を必要に応じて任意に選択する。

【0011】《共振モード相互の結合手段》図1、図2、図3はそれぞれこの単一の共振器構造体に存在する3つの共振モード姿態をしめしている。実際にこの共振器構造の3辺が完全に同一の長さで且つ直交していればこれらの三つの共振モードは縮退し存在することはできない。しかし次に説明する共振モード相互の結合手段を設けることで複数の共振モードが実質的に結合した作用を得られる。

【0012】《第一の共振モードと第二の共振モードの結合手段》

〔同相モード〕図5は図1に示す第一の共振モードと図2に示す第二の共振モードを相互に結合せしめる結合手段を設けたときに、第一の共振モードと第二の共振モードが同相な場合のモード姿態を示す。図6はこのとき電界ベクトルに平行な平面で切った共振器構造体の断面における電界ベクトルの様子を示す。共振器構造体の断面

は正方形の角に面どりを施してある。

〔逆相モード〕図7は図1に示す第一の共振モードと図2に示す第二の共振モードを相互に結合せしめる結合手段を設けたときに、第一の共振モードと第二の共振モードが逆相な場合のモード姿態を示す。図8はこのとき電界ベクトルに平行な平面で切った共振器構造体の断面における電界ベクトルの様子を示す。共振器構造体の断面は正方形の角に面どりを施してある。

〔結合係数〕図6と図8からわかるように、同相モードと逆相モードでは共振器構造体に面どりを施してあるので電界ベクトルの経路長が異なる。従って同相モードと逆相モードではその共振周波数が異なる。同相モードにおける共振周波数を $f_{\text{even}}$ 、逆相モードにおける共振周波数を $f_{\text{odd}}$ とすると二つの共振モードの結合係数 $K$ は次式であらわされる。

$$K = 2 | f_{\text{odd}} - f_{\text{even}} | / (f_{\text{odd}} + f_{\text{even}})$$

こうして第一の共振モードと第二の共振モードが結合係数 $K$ で結合される。

【0013】《共振モード相互の結合手段》この様に図1に示す第一の共振モードと図2に示す第二の共振モードのそれぞれの電界ベクトルに平行な平面で切った共振器構造体の断面形状を正方形でなく、例えば一部の角に面取りを施すなどの方法で図1に示す第一の共振モードと図2に示す第二の共振モードを結合させることができる。図示しないが同様に図2に示す第二の共振モードと図3に示す第三の共振モードのそれぞれの電界ベクトルに平行な平面で切った共振器構造体の断面形状を正方形でなく、例えば一部の角に面取りを施すなどの方法で図2に示す第二の共振モードと図3に示す第三の共振モードを結合させることができる。さらに第三のモードの電界ベクトルと第一のモードの電界ベクトルに平行な平面で切った共振器構造体の断面形状を正方形にすることで第一の共振モードと第三の共振モードは互いに実用上無結合状態にできる。図4に示す実施例では第一の共振モードと第二の共振モードの間の結合手段を設け且つ、第二の共振モードと第三の共振モードの間の結合手段を設けながら、第一の共振モードと第三の共振モードの間には結合手段を設けていないので三つの共振モードが縦続に結合していることになる。もちろん共振モードの間の結合手段はこの実施例の角に面取りを施す方法だけでなく後述する様々な方法を探ってもよいし、異なる方法を組み合わせてもよい。

##### 【0014】《外部結合手段》

《電気的な外部結合手段》図9は前記第一の共振モードと外部回路を接続する外部結合手段のうち電気的な結合手段の一例を図示している。図1に示した第一の共振モードの電界ベクトルに垂直な壁面の中央からTEM線路の中心導体を挿入し円形の電極板を設けている。この電極板から共振キャビティ壁面に向かう主たる電界ベクトルは第二の共振モードの電界ベクトル及び第三の共振モ

ードの電界ベクトルに垂直なので、第二の共振モードと第三の共振モードには結合しない。しかしこの電極板から共振キャビティ壁面に向かう主たる電界ベクトルは第一の共振モードの電界ベクトルと平行なので第一の共振モードとは結合し、第一の共振モードを外部回路と電氣的に結合する作用をなす。

【0015】〈外部結合手段〉図4に示す本発明の3段バンドパスフィルタ装置の一実施例の構造では第一の共振モードと外部回路を電氣的に結合する外部結合手段と、同様に第三の結合モードと外部回路を電氣的に結合する外部結合手段を設けている。もちろん外部結合手段として後述する磁氣的な外部結合手段を採用してもよいし、第一の共振モードと第三の結合モードで異なる方法を組み合わせてもよい。

【0016】《等価回路》図11は図4に示す本発明の3段バンドパスフィルタの一実施例の集中定数等価回路を示している。この実施例では共振モード相互の結合が結合係数 $K_{12}$ ,  $K_{23}$ ,  $K_{31}$ に相当する。実施例では第一の共振モードと第三の共振モードを結合させる手段は設けていないので $K_{31}=0$ である。また入出力端子と第一、第三の共振回路それぞれの間に挿入されたキャパシタは電氣的な外部接続手段に相当する。従って共振モード相互の結合手段によって共振器間の結合量を、外部結合手段によって共振器と外部回路との結合量を、そして共振キャビティの寸法によって中心周波数をそれぞれ適正に調整すれば三段バンドパスフィルタとしての作用をなす。

【0017】《特性例》図12は本実施例の3段バンドパスフィルタの周波数特性である。また図13は本実施例において共振モード相互の結合手段たる角部の面どり寸法 $\Delta s$ と共振器構造体の辺長 $S$ の比 $\Delta s/S$ とバンドパスフィルタ装置の比帯域幅の関係を示している。

【0018】「磁氣的な外部結合手段の実施例」図10は前記第一の共振モードと外部回路を接続する外部結合手段のうち磁氣的な結合手段の一例を図示している。図1に示した第一の共振モードの電界ベクトルに平行な壁面の中央にTEM線路の中心導体を延長したループコイルを設けている。このループコイルから共振キャビティ内に発生する主たる磁界ベクトルは第二の共振モードの電界ベクトル及び第三の共振モードの磁界ベクトルに垂直なので、第二の共振モードと第三の共振モードには結合しない。しかしこのループコイルから共振キャビティ内に発生する主たる磁界ベクトルは第一の共振モードの磁界ベクトルと平行なので第一の共振モードとは結合し、第一の共振モードを外部回路と磁氣的に結合する作用をなす。

【0019】「共振モード相互の別の結合手段の実施例」共振モード相互の結合手段は前記の共振構造体の断面形状を正方形でない以下の方法でも実現できる。

《平行四辺形にする》例えば図14は共振構造体の結合させようとする共振モードそれぞれの電界ベクトルを含む

断面形状を正方形でなく平行四辺形とした例である。

【0020】《長方形にする》例えば図15は共振構造体の結合させようとする共振モードそれぞれの電界ベクトルを含む断面形状を正方形でなく長方形とした例である。

【0021】《異質な部分を埋めこむ、穴を明ける》例えば図16は共振構造体の結合させようとする共振モードそれぞれの電界ベクトルを含む断面の一部に異質な媒体、例えば異なった誘電率の物質、磁性体、を設けた例である。特にこの媒体として空気を使った場合は単に図示する様な形状の穴を設ければよい。

【0022】《表面の導体に穴を明ける》例えば図17は第一の共振モードと第二の共振モードをを結合させるために前記の実施例で一部の角に面どりを施す方法に替えて突起物を設け、さらに第二の共振モードと第三の共振モードを結合させるために前記の実施例で一部の角に面どりを施す方法に替えて表面の導体の一部を切り取った例である。

【0023】

【発明の効果】以上の実施例から明らかなように、本発明によれば、共振モード相互間の結合手段によって共振器間の結合量、外部結合手段によって共振器と外部回路との結合量、共振キャビティの寸法によって中心周波数をそれぞれ適正に調整すれば、単一の共振キャビティと同等の容積で製造容易な3段バンドパスフィルタを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】TE<sub>110</sub>共振モード姿態を示す図である。

【図2】TE<sub>101</sub>共振モード姿態を示す図である。

【図3】TE<sub>011</sub>共振モード姿態を示す図である。

【図4】三つの共振モードを用いた3段バンドパスフィルタの構造の一例を示す図である。

【図5】結合した二つの共振モードの偶モード姿態を示す図である。

【図6】結合した二つの共振モードの偶モード断面姿態を示す図である。

【図7】結合した二つの共振モードの奇モード姿態を示す図である。

【図8】結合した二つの共振モードの奇モード断面姿態を示す図である。

【図9】外部回路との電氣的結合構造の例を示す図である。

【図10】外部回路との磁氣的結合構造の例を示す図である。

【図11】三つの共振モードを用いた3段バンドパスフィルタの等価回路の一例を示す図である。

【図12】三つの共振モードを用いた3段バンドパスフィルタの特性の一例を示す図である。

【図13】三つの共振モードを用いた3段バンドパスフィルタの面どり寸法と帯域幅の一例を示す図である。

【図14】共振モード相互の結合手段として、結合させようとする共振モードそれぞれの電界ベクトルを含む平面で切った共振器構造体の断面形状を平行四辺形にした実施例を示す図である。

【図15】共振モード相互の結合手段として、結合させようとする共振モードそれぞれの電界ベクトルを含む平面で切った共振器構造体の断面形状を長方形にした実施例を示す図である。

【図16】共振モード相互の結合手段として内部に異なる媒質の部分設けた実施例を示す図である。

【図17】共振モード相互の結合手段として突起物を設けた実施例及び表面金属を剥離した実施例を示す図であ

る。

【符号の説明】

1 共振器構造体

12a, 12b, 13a, 13b 面取り部

21, 22 TEM線路中心導体

31, 32 電極板

41, 42 TEM線路

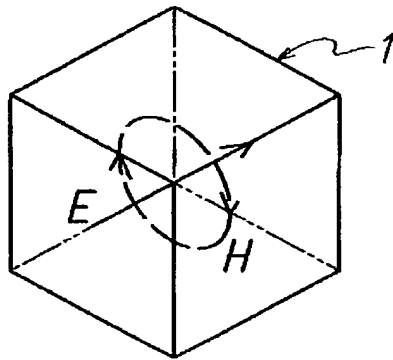
51 ループコイル

61 突起部

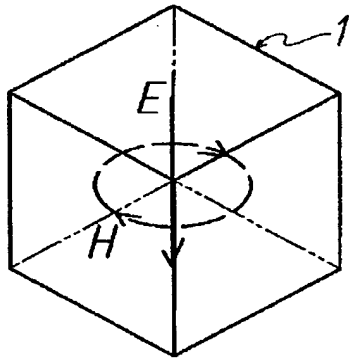
10 72 導体剥離部分

81 異なる媒質の部分

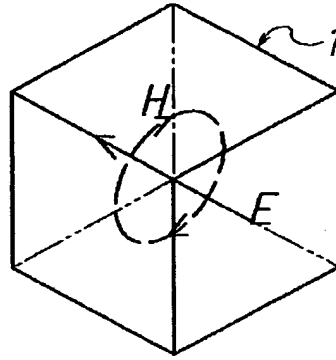
【図1】



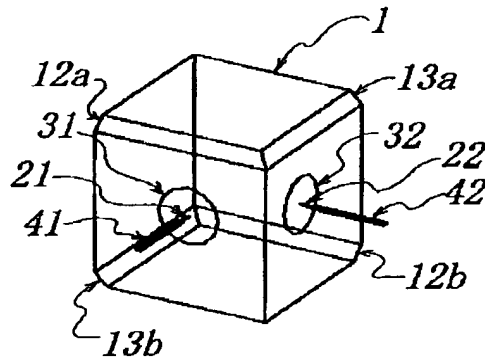
【図2】



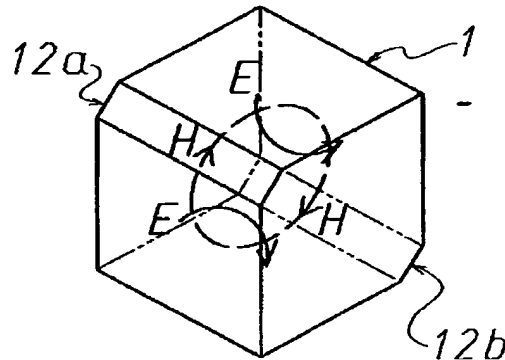
【図3】



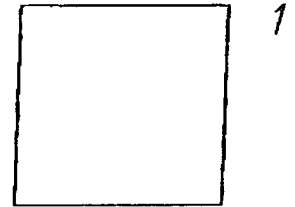
【図4】



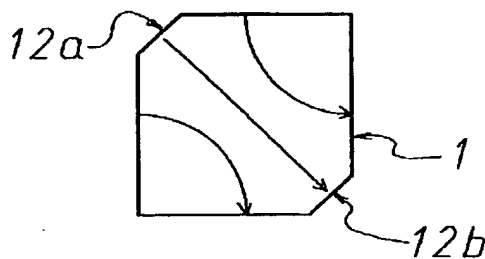
【図5】



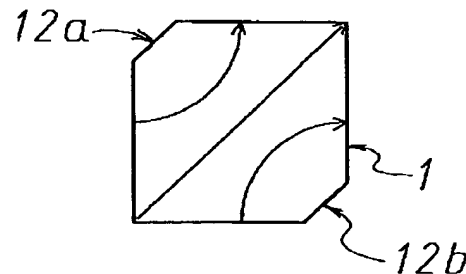
【図14】



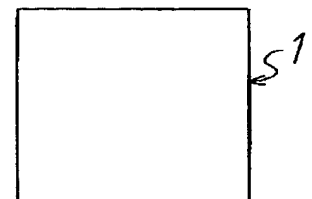
【図6】



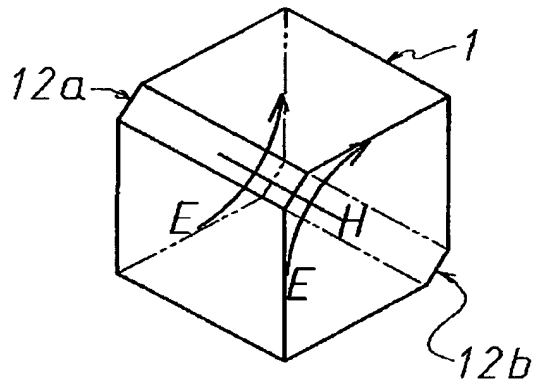
【図8】



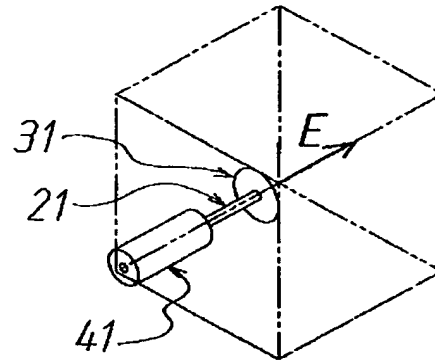
【図15】



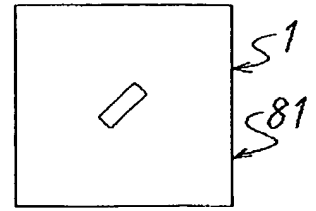
【図7】



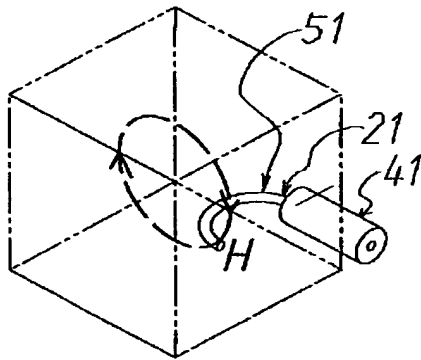
【図9】



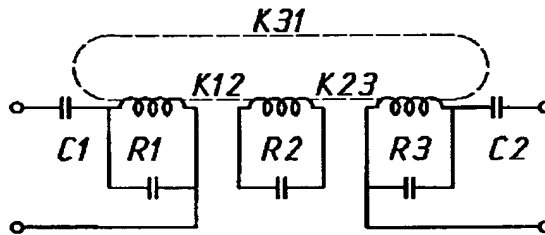
【図16】



【図10】

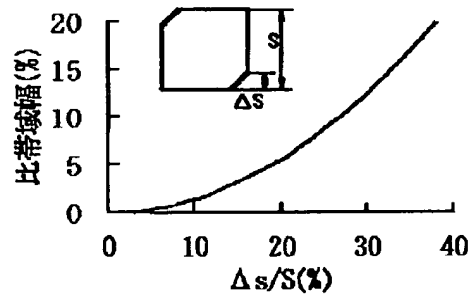


【図11】

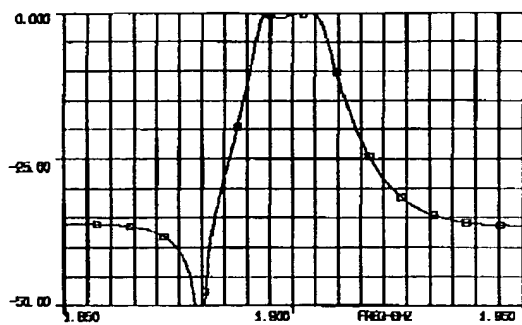


【図13】

縮退分離素子の寸法と帯域幅



【図12】



【図17】

